

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年7月15日 (15.07.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/059820 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H02K 33/00  
 (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/016683  
 (22) 国際出願日: 2003年12月25日 (25.12.2003)  
 (25) 国際出願の言語: 日本語  
 (26) 国際公開の言語: 日本語  
 (30) 優先権データ:  
     特願 2002-375461  
     2002年12月25日 (25.12.2002) JP  
 (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): アイシン  
     精機株式会社 (AISIN SEIKI KABUSHIKI KAISHA)

[JP/JP]; 〒448-8650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地  
 Aichi (JP). 東海旅客鉄道株式会社 (CENTRAL JAPAN  
 RAILWAY COMPANY) [JP/JP]; 〒450-6101 愛知県名古屋  
 市 中村区名駅一丁目1番4号 Aichi (JP).

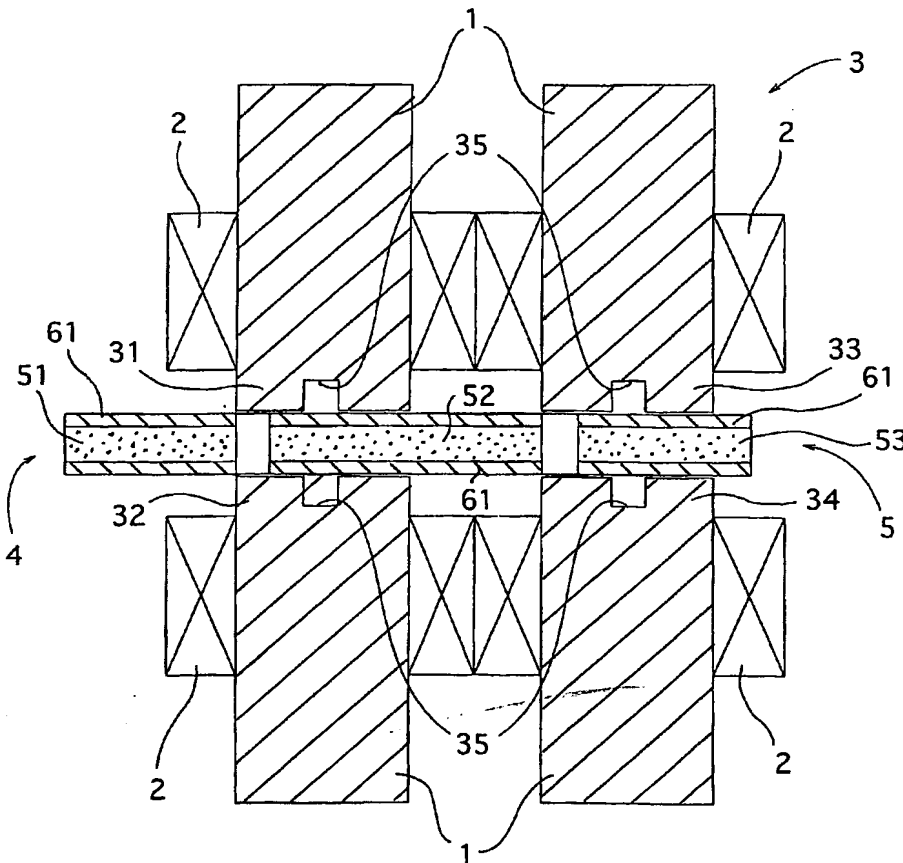
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人(米国についてののみ): 山田 豊久  
 (YAMADA, Toyohisa) [JP/JP]; 〒446-0071 愛知県安  
 城市 今池町3丁目9番22号 Aichi (JP). 三田 英  
 夫 (MITA, Hideo) [JP/JP]; 〒444-0863 愛知県岡崎  
 市 東明大寺町12-17 Aichi (JP). 五十嵐 基仁  
 (IGARASHI, Motohiro) [JP/JP]; 〒450-6101 愛知県名古屋  
 市 中村区名駅一丁目1番4号 東海旅客鉄道株

[続葉有]

(54) Title: LINEAR ACTUATOR

(54) 発明の名称: リニアアクチュエータ



(57) Abstract: A linear actuator wherein magnetic poles (31, 32, 33, 34) of an electromagnet (3) having a magnetic iron core (1) around which a coil (2) is provided are oppositely arranged at intervals in such a way that the polarities N, S of when excited are alternated, and wherein the magnetic poles of permanent magnets (5) constituting a movable member (4) and arranged in line are placed in positions opposed to the magnetic poles of the electromagnet. The permanent magnets (5) extend beyond the portions where the magnetic poles (31, 32, 33, 34) are opposed to one another. Therefore, a stable attractive force in the stroke direction is realized, and separation and crack of the permanent magnets are prevented.

(57) 要約: 磁性材の鉄心1にコイル2が巻装された電磁石3の磁極31、32、33、34が励磁時の極性が、N、S交互になる様に複数個間隔を隔てて対向配設され、前記

複数の磁極に対向する位置に、可動部材4を構成する複数の列設された永久磁石5の磁極が配置されているリニアアクチュエータにおいて、前記永久磁石5が、前記

[続葉有]



式会社内 Aichi (JP). 奥富 健志 (OKUTOMI, Takeshi) [JP/JP]; 〒450-6101 愛知県 名古屋市 中村区 名駅一丁目 1 番 4 号 東海旅客鉄道株式会社内 Aichi (JP). 桑野 勝之 (KUWANO, Katsuyuki) [JP/JP]; 〒450-6101 愛知県 名古屋市 中村区 名駅一丁目 1 番 4 号 東海旅客鉄道株式会社内 Aichi (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, US.

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(74) 代理人: 高橋 克彦 (TAKAHASHI, Katsuhiko); 〒458-0815 愛知県 名古屋市 緑区 徳重一丁目 8 0 2 番 3 S A F 徳重 1 階 高橋国際特許事務所 Aichi (JP).

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

## リニアアクチュエータ

## 技術分野

本発明は、リニアアクチュエータに関する。

## 背景技術

従来の第1のリニアアクチュエータは、図18に示されるように外周面に永久磁石Mが固定された可動子KおよびコイルCLを支持し磁極PLを構成する固定子鉄心Fが、径方向に延在するリング状磁性体を1個または軸方向に積層されて構成され、前記永久磁石Mの軸方向の長さは、可動子Kとしての軸のストロークと同一である（例えば特許文献1（特開平5-22920号公報（第2-3頁、図1、図4、図6））参照。）。

上記従来の第1のリニアアクチュエータを圧力波発生機のアクチュエータに適用した具体例は、図19に示されるようにシリンダC内を往復動するピストンPとコイルCLが巻かれた固定子鉄心Fの磁極PLに対向して配設された永久磁石Mが配設された可動子Kとが連結されるものであった。

従来の鉄心可動型リニア振動子は、図20に示されるように交番磁界を発生するコイルCLが固定された固定鉄心Fと、該固定鉄心Fと空隙を介して配置された略コの字状の可動鉄心Kと、前記固定鉄心Fの前記可動鉄心Kとの対向面にコイルの磁束方向のものと反対方向の着磁方向のものを交互に配設した複数の永久磁石Mとから成る（例えば特許文献2（特開平11-187638号公報（第2-5頁、図1、図2））参照。）。

上記従来の第 1 のリニアアクチュエータおよび鉄心可動型リニア振動子は、前記可動子 K の移動につれ、鉄心側磁極と永久磁石側磁極間の磁束のストローク方向およびストローク直交方向の成分について、ストローク方向の磁束よりもストローク直交方向の磁束の成分が増え、ストローク方向の吸引力が低下する位置が生ずるという問題があるとともに、永久磁石 M の固定が接着等によって接合する必要があり、剥がれやすいという問題があった。

### 発明の開示

そこで本発明者は、磁性材にコイルが巻装された電磁石の磁極が励磁時の極性が、N、S 交互になる様に複数個間隔を隔てて対向配設され、前記複数の磁極に対向する位置に、可動部材を構成する複数の列設された永久磁石の磁極が配置されているリニアアクチュエータにおいて、前記電磁石の磁極が対向配設されている部位以外にも延在されている前記永久磁石を通過する磁束を形成して、軸推力を発生するという本発明の技術的思想に着眼した。

本発明は、ストローク方向の安定な吸引力を実現するとともに、永久磁石の剥がれや割れを防止することを目的とする。

本発明（請求項 1 に記載の第 1 発明）のリニアアクチュエータは、  
磁性材にコイルが巻装された電磁石の磁極が励磁時の極性が、N、S 交互になる様に複数個間隔を隔てて対向配設され、前記複数の磁極に対向する位置に、可動部材を構成する複数の列設された永久磁石の磁極が配置されているリニアアクチュエータにおいて、

前記永久磁石が、前記電磁石の磁極が対向配設されている部位以外にも延在されているものである。

本発明（請求項 2 に記載の第 2 発明）のリニアアクチュエータは、  
前記第 1 発明において、

前記電磁石の磁極の前記永久磁石の磁極に対向する部分の軸方向の一部に切欠部が形成され、前記電磁石の磁極と前記永久磁石の磁極とが対向する部分以外の前記永久磁石を通過する磁束を形成するようにしたものである。

本発明（請求項 3 に記載の第 3 発明）のリニアアクチュエータは、  
前記第 2 発明において、  
隣合う前記電磁石の磁極間に 3 個の永久磁石が列設されているものである。

本発明（請求項 4 に記載の第 4 発明）のリニアアクチュエータは、  
前記第 3 発明において、  
全ストローク時に隣合う前記電磁石の磁極間に跨がるように一つの永久磁石の磁極が配置されているものである。

本発明（請求項 5 に記載の第 5 発明）のリニアアクチュエータは、  
磁性材にコイルを巻いた電磁石の複数個の磁極を、励磁時の極性が、N，S 交互になる様にならべ、それと対面する位置に、電磁石の磁極の数よりも 1 個分だけ少ない数の永久磁石の磁極を配置し、  
前記永久磁石と対面する側の前記電磁石の磁極については、それぞれの磁極間に磁気ギャップを設け、  
前記永久磁石の磁極については、全ストローク時に前記電磁石のそれぞれの磁極間に 1 つの磁極が渡る様に配置されているものである。

本発明（請求項 6 に記載の第 6 発明）のリニアアクチュエータは、  
前記第 5 発明において、  
前記永久磁石と対面する側の前記電磁石の磁極の列の軸方向の端部磁極と対面

する位置の、前記永久磁石と隣合う位置に、隣合う永久磁石と反対の磁極の永久磁石を配置し、全ストローク時に前記電磁石の磁極の列の端部より外側に前記永久磁石の少なくとも 1 部が延在する様に配置してあるものである。

本発明（請求項 7 に記載の第 7 発明）のリニアアクチュエータは、  
前記第 6 発明において、  
前記永久磁石と対面する側の前記電磁石の磁極の中央に切り欠きを設けて磁気ギャップを設けたものである。

本発明（請求項 8 に記載の第 8 発明）のリニアアクチュエータは、  
前記第 7 発明において、  
隣合う前記永久磁石の間に、磁気ギャップが設けられているものである。

本発明（請求項 9 に記載の第 9 発明）のリニアアクチュエータは、  
前記第 8 発明において、  
前記永久磁石と対面しない側の電磁石の各磁極間に、磁性材を配置して、各磁極間を結ぶ磁気回路を設けたものである。

本発明（請求項 10 に記載の第 10 発明）のリニアアクチュエータは、  
前記第 9 発明において、  
前記永久磁石の外表面に、支持部材を配設して、前記永久磁石を固定したものである。

本発明（請求項 11 に記載の第 11 発明）のリニアアクチュエータは、  
前記第 10 発明において、

前記支持部材を磁性材によって構成し、前記永久磁石と前記電磁石との間の磁束密度が高くなるように構成されているものである。

本発明（請求項 1 2 に記載の第 1 2 発明）のリニアアクチュエータは、前記第 5 発明において、  
圧力波発生機用のアクチュエータとして適用されているものである。

上記構成より成る第 1 発明のリニアアクチュエータは、磁性材にコイルが巻装された電磁石の磁極が励磁時の極性が、N，S 交互になる様に複数個間隔を隔てて対向配設され、前記複数の磁極に対向する位置に、可動部材を構成する複数の列設された永久磁石の磁極が配置されているリニアアクチュエータにおいて、前記電磁石の磁極が対向配設されている部位以外にも延在されている前記永久磁石を通過する磁束を形成して、軸推力を発生することにより、安定なストローク方向の吸引力を実現するという効果を奏する。

上記構成より成る第 2 発明のリニアアクチュエータは、前記第 1 発明において前記電磁石の磁極の前記永久磁石の磁極に対向する部分の軸方向の一部に切欠部が形成され、前記電磁石の磁極内において前記切欠部を避けた偏った磁束を形成することにより、前記電磁石の磁極と前記永久磁石の磁極とが対向する部分以外の前記永久磁石を通過する磁束の形成を促進するので、軸推力を高めるという効果を奏する。

上記構成より成る第 3 発明のリニアアクチュエータは、前記第 2 発明において隣合う前記電磁石の磁極間に 3 個の永久磁石が列設されているので、永久磁石の磁極が配置されている前記可動部材の安定な往復運動を実現するという効果を奏する。

上記構成より成る第 3 発明のリニアアクチュエータは、前記第 3 発明において、全ストローク時に隣合う前記電磁石の磁極間に跨がるように一つの永久磁石の磁極が配置されているので、前記可動部材の安定な往復運動を実現するという効果を奏する。

上記構成より成る第 5 発明のリニアアクチュエータは、磁性材にコイルを巻いた電磁石の複数個の磁極を、励磁時の極性が、N, S 交互になる様にならべ、それぞれと対面する位置に、電磁石の磁極の数よりも 1 個分だけ少ない数の永久磁石の磁極を配置し、前記永久磁石と対面する側の前記電磁石の磁極については、それぞれの磁極間に磁気ギャップを設け、前記永久磁石の磁極については、全ストローク時に前記電磁石のそれぞれの磁極間に 1 つの磁極が渡る様に配置されているので、前記電磁石の磁極が対向配設されている部位以外の前記磁気ギャップに延在されている前記永久磁石を通過する磁束を形成して、軸推力を発生することにより、安定なストローク方向の吸引力を実現するという効果を奏する。

上記構成より成る第 6 発明のリニアアクチュエータは、前記第 5 発明において、前記永久磁石と対面する側の前記電磁石の磁極の列の軸方向の端部磁極と対面する位置の、前記永久磁石と隣合う位置に、隣合う永久磁石と反対の磁極の永久磁石を配置し、全ストローク時に前記電磁石の磁極の列の端部より外側に前記永久磁石の少なくとも 1 部が延在する様に配置してあるので、前記電磁石の磁極の列の端部より外側に延在する前記永久磁石を通過する磁束を形成して、軸推力を発生することにより、安定なストローク方向の吸引力を実現するという効果を奏する。

上記構成より成る第 7 発明のリニアアクチュエータは、前記第 6 発明において、前記永久磁石と対面する側の前記電磁石の磁極の中央に切り欠きを設けて磁気ギャップを設けたので、前記電磁石の磁極内の中央に形成された前記切り欠部を避けた偏った磁束を形成することにより、前記電磁石の磁極と前記永久磁石の磁極とが対向する部分以外の前記永久磁石を通過する磁束の形成を促進するので、軸



推力を高めるという効果を奏する。

上記構成より成る第 8 発明のリニアアクチュエータは、前記第 7 発明において隣合う前記永久磁石の間に、磁気ギャップが設けられているので、前記永久磁石を通過する磁束の形成を助長するという効果を奏する。

上記構成より成る第 9 発明のリニアアクチュエータは、前記第 8 発明において、前記永久磁石と対面しない側の電磁石の各磁極間に、磁性材を配置して、各磁極間を結ぶ磁気回路を設けたので、前記電磁石の磁極と前記永久磁石の磁極とが対向する部分以外の前記永久磁石を通過する磁束の形成を促進するので、軸推力を高めるという効果を奏する。

上記構成より成る第 10 発明のリニアアクチュエータは、前記第 9 発明において、前記永久磁石の外表面に、支持部材を配設して、前記永久磁石を固定したので、永久磁石の剥がれや割れを防止するという効果を奏する。

上記構成より成る第 11 発明のリニアアクチュエータは、前記第 10 発明において、前記支持部材を磁性材によって構成し、前記永久磁石と前記電磁石との間の磁束密度が高くなるように構成されているので、発生する軸推力を増加させ、一層安定なストローク方向の吸引力を実現するという効果を奏する。

上記構成より成る第 12 発明のリニアアクチュエータは、前記第 5 発明において、圧力波発生機用のアクチュエータとして適用されているので、安定な圧力波発生を可能にするという効果を奏する。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 実施形態および第 2 実施形態のリニアアクチュエータの基本構成を示す断面図である。

図 2 は、本第 1 実施形態および第 2 実施形態のリニアアクチュエータの全ストローク時を示す断面図である。

図 3 は、本実施形態のリニアアクチュエータにおける磁力線の分布を説明するための説明図である。

図 4 は、本実施形態のリニアアクチュエータにおける切欠部の磁力線の分布に対する影響を説明するための説明図である。

図 5 は、本実施形態のリニアアクチュエータにおける切欠部の磁力線の分布に対する影響を説明するための説明図である。

図 6 は、本実施形態のリニアアクチュエータの中間の永久磁石がない場合のストローク中における磁力線の分布を説明するための説明図である。

図 7 は、本実施形態のリニアアクチュエータの中間の永久磁石がない場合のストローク中における磁力線の分布を説明するための説明図である。

図 8 は、本実施形態のリニアアクチュエータの中間の永久磁石がない場合のストローク中における磁力線の分布を説明するための説明図である。

図 9 は、本実施形態のリニアアクチュエータの中間の永久磁石がない場合のストローク中における磁力線の分布を説明するための説明図である。

図 10 は、本実施形態のリニアアクチュエータの中間の永久磁石がない場合のストローク中における磁力線の分布を説明するための説明図である。

図 11 は、本実施形態のリニアアクチュエータの中間の永久磁石が有る場合のストローク中における磁力線の分布を説明するための説明図である。

図 12 は、本実施形態のリニアアクチュエータの中間の永久磁石が有る場合のストローク中における磁力線の分布を説明するための説明図である。

図 13 は、本実施形態のリニアアクチュエータの中間の永久磁石が有る場合のストローク中における磁力線の分布を説明するための説明図である。

図 14 は、本実施形態のリニアアクチュエータの中間の永久磁石が有る場合のストローク中における磁力線の分布を説明するための説明図である。

図 15 は、本発明の第 2 実施形態のリニアアクチュエータの詳細構成を示す断面図である。

図 16 は、本第 2 実施形態のリニアアクチュエータの詳細構成を示す横断面図

である。

図 1 7 は、本第 2 実施形態のリニアアクチュエータの圧力波発生機用のアクチュエータへの適用例の詳細構成を示す断面図である。

図 1 8 は、従来の第 1 のリニアアクチュエータを示す断面図である。

図 1 9 は、従来の第 1 のリニアアクチュエータの圧力波発生機への適用例を示す断面図である。

図 2 0 は、従来の鉄心可動型リニア振動子を示す断面図である。

### 発明を実施するための最良の形態

以下本発明の実施の形態につき、図面を用いて説明する。

#### (第 1 実施形態)

本第 1 実施形態のリニアアクチュエータは、図 1 および図 2 に示されるように磁性材の鉄心 1 にコイル 2 が巻装された電磁石 3 の磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 が励磁時の極性が、N、S 交互になる様に複数個間隔を隔てて対向配設され、前記複数の磁極に対向する位置に、可動部材 4 を構成する複数の列設された永久磁石 5 の磁極が配置されているリニアアクチュエータにおいて、前記永久磁石 5 が、前記電磁石 3 の磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 が対向配設されている部位以外にも延在されているものである。

前記電磁石 3 の磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 の前記永久磁石 5 の磁極に対向する部分の軸方向の一部に切欠部 3 5 が形成され、前記電磁石 3 の磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 と前記永久磁石 5 の磁極とが対向する部分以外の前記永久磁石 5 を通過する磁束を形成するようにしたものである。

隣合う前記電磁石 3 の磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 間に 3 個の永久磁石 5 1、5 2、5 3 が列設されているとともに、図 2 に示される全ストローク時に隣合う前記電磁石 3 の磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 間に跨がるように一つの永久磁石 5

2の磁極が配置されているものである。

2つの部材（前記電磁石3の磁極31、32、33、34と3個の永久磁石51、52、53）間の磁力線は、図3に示されるようにそれぞれの部材の表面を垂直に出て、互いに交わず、磁力線を最短にする方向につなぐ。

2つの部材（前記電磁石3の磁極31、32、33、34と3個の永久磁石51、52、53）間に働く磁気による吸引力は、この磁力線を最短にする方向につなぐ性質により働く。

上記吸引力は、磁力線の量が多ければ大きく、少なければ小さい性質を持つ。

磁力線両端の部材のなす面が平行でなければ、この磁力線による吸引力は、ベクトルとしての方向の成分を持つ。

本第1実施形態においては、前記永久磁石5が、図1および図2に示されるように前記電磁石3の磁極31、32、33、34と対向している部位以外にも延在されているので、図3に示されるように前記電磁石3の磁極31、32、33、34と前記永久磁石5とが対向する部分（磁極）以外の前記永久磁石5を通過する磁束を形成する、すなわち磁極31、32、33、34が対向しない前記永久磁石5の部分に吸引力を生じさせる一定の磁力線が通過するため、前記永久磁石5の移動にかかわらず、吸引力を生じさせる一定の磁力線が、前記電磁石3の磁極31、32、33、34と対向している部位以外の永久磁石5に確保されているため、永久磁石の移動にかかわらず、吸引力を生じさせる一定の磁力線が確保されているので、一定の吸引力が確保されている。

また本第1実施形態においては、図1および図2に示されるように電磁石3の磁極端31、32、33、34の一部に非磁性空間を形成する切欠部35を形成したので、切欠部（非磁性空間）の有無の比較を行った。

図 4 に示される切欠部が無い場合と比較して、切欠部 3 5 のある場合では、図 5 に示されるように前記電磁石 3 の生ずる磁束が、切欠部 3 5 を迂回し、磁束の分布が偏倚することにより、電磁石の磁極と対面しない永久磁石の部分を通過する量が増えるため、切欠部（非磁性空間）3 5 を形成したものの方が、吸引力が大きくなる。

さらに本第 1 実施形態においては、図 1 および図 2 に示されるように電磁石 3 の磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 が複数個、前記可動部材 4 のストロークと同一またはストローク付近の間隔を隔てて対向配設され、図 2 に示される全ストローク時に隣合う前記電磁石 3 の磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 間に跨がるように一つの永久磁石 5 2 が配置されているので、中間の永久磁石 5 2 の有無の比較を行った。

図 6 ないし図 1 0 は、比較例としての中間の永久磁石 5 2 が無い場合の、可動部分の永久磁石を図示左方向に移動する状況における磁力線の分布を示す。この場合、吸引力を生じさせる磁力線が、永久磁石 5 の移動とともに、減少しているため、永久磁石 5 の移動とともに、吸引力が減少することになる。

図 1 1 ないし図 1 4 は、中間の永久磁石 5 2 がある場合の、可動部分の永久磁石を図示左方向に移動する状況における磁力線の分布を示す。この場合、永久磁石 5 の移動にかかわらず、吸引力を生じさせる一定の磁力線が、中間の永久磁石 5 2 部分に確保されているため、永久磁石 5 の移動にかかわらず、吸引力を生じさせる一定の磁力線が確保されているので、一定の吸引力が確保されることになる。

本第 1 実施形態においては、2 つの部材としての前記電磁石 3 の磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 と 3 個の永久磁石 5 1、5 2、5 3 との間に支持材を設けて、可動方向以外の方向への、移動の規制を設けている。

吸引力のうち、可動方向と平行な吸引力の成分については、可動部分の運動の駆動力として利用しているとともに、残る可動方向と交わる吸引力の成分については、支持材で構造的に相殺させている。

したがって、吸引力を可動部分の運動の駆動力として利用するためには、吸引力の生じる部材間に、可動方向に対して平行な成分をもつ磁束を生ずる必要がある。

本第1実施形態のリニアアクチュエータは、磁性材の鉄心1にコイル2が巻装された電磁石3の磁極31、32、33、34が励磁時の極性が、N、S交互になる様に複数個間隔を隔てて対向配設され、前記複数の磁極に対向する位置に、前記可動部材4を構成する複数の列設された永久磁石5の磁極が配置されているリニアアクチュエータにおいて、前記電磁石3の磁極31、32、33、34が対向配設されている部位以外にも延在されている前記永久磁石5を通過する磁束を形成して、軸推力を発生することにより、安定なストローク方向の吸引力を実現するという効果を奏する。

また本第1実施形態のリニアアクチュエータは、前記電磁石3の磁極31、32、33、34の前記永久磁石5の磁極に対向する部分の軸方向の一部に切欠部35が形成され、前記電磁石3の磁極31、32、33、34内において前記切欠部35を避けた偏った磁束を形成することにより、前記電磁石3の磁極と前記永久磁石5の磁極とが対向する部分以外の前記永久磁石5を通過する磁束の形成を促進するすなわち磁力線の数を増やすので、軸推力を高めるという効果を奏する。

さらに本第1実施形態のリニアアクチュエータは、隣合う前記電磁石の磁極31、32、33、34間に3個の永久磁石51、52、53が列設されているので、前記永久磁石51、52、53の磁極が配置されている前記可動部材4の安定な往復運動を実現するという効果を奏する。

また本第 1 実施形態のリニアアクチュエータは、全ストローク時に隣合う前記電磁石 3 の磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 間に跨がるように一つの永久磁石 5 2 の磁極が配置されているので、前記可動部材 4 の安定な往復運動を実現するという効果を奏する。

#### (第 2 実施形態)

第 2 実施形態のリニアアクチュエータは、図 1 ないし図 1 7 に示されるように磁性材の鉄心 1 にコイル 2 を巻いた電磁石 3 の複数個の磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 を、励磁時の極性が、N、S 交互になる様にならべ、それと対面する位置に、電磁石 3 の磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 の数よりも 1 個分だけ少ない数の永久磁石 5 の磁極を配置し、可動部材 4 を構成する永久磁石 5 と対面する側の前記電磁石 3 の磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 については、それぞれの磁極間に一定距離の磁気ギャップを設け、前記永久磁石 5 の磁極については、全ストローク時に前記電磁石 3 のそれぞれの磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 間に 1 つの永久磁石 5 2 磁極が渡る様に配置されているもので、基本的構成は上述の第 1 実施形態と同様の構成より成り、同一部分は同一の符号を用いて説明は省略する。

本第 2 実施形態のリニアアクチュエータは、圧力波発生機用のアクチュエータとして適用されているもので、前記永久磁石 5 と対面する側の前記電磁石 3 の磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 の列の軸方向の端部磁極と対面する位置の、前記永久磁石 5 と隣合う位置に、隣合う永久磁石と反対の磁極の永久磁石を配置し、図 2 に示されるように全ストローク時に前記電磁石 3 の磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 の列の端部より外側に前記永久磁石 5 の少なくとも 1 部が延在する様に配置してある。

前記永久磁石 5 と対面する側の前記電磁石 3 の磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 の可動部材 4 の軸方向の中央に切欠部 3 5 を設けて磁気ギャップを設けるとともに、列設された永久磁石 5 1、5 2、5 3 のうち隣合う 2 個の前記永久磁石の間に

、磁気ギャップが設けられている。

前記永久磁石 5 と対面しない側の電磁石 3 の各磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 間に、磁性材 6 1 を配置して、各磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 間を結ぶ磁気回路が設けられている。

本第 2 実施形態のリニアアクチュエータは、図 1 5 に示されるように磁性材の鉄心 1 にコイル 2 を巻いた電磁石 3 の複数個の磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 を、励磁時の極性が、N，S 交互になる様に前記可動部材 4 の軸方向において一定距離隔てて平行に 2 段並設されている。

図 1 6 に示されるように環状のバックヨーク 1 0 から半径方向内方に 6 0 度間隔毎に第 1 鉄心ないし第 6 鉄心 1 1 ないし 1 6 が放射状に配設され、各鉄心 1 1 ないし 1 6 の平行部にコイル 2 がそれぞれ巻装されている。

前記複数の極のコイル 2 が、電源に対し直列に接続され、1 極あたりのコイルを複数のコイルを並列に接続されている。ムービングコイルの場合は、限られたスペースにコイルが沢山巻けるので、線積率が上がるため、効率が上がる。

ムービングコイルの場合には、各コイルが直列でなければ動作が安定しない。なぜなら、ムービングコイルにおいては電圧で動く（フレミングの法則）ものであり、ムービングマグネットにおいては電流で動く（磁気エネルギーの直接駆動）ものである。

前記鉄心 1 は、図 1 5 に示されるように一定距離隔てて平行に 2 段並設されており、その外周部 1 0 および内周部の間および前記可動部材 4 の軸方向の外側の両側には支持部材 6 2、6 3 がそれぞれ介挿および配設され貫通ボルト 6 4 によって挟着されている。



前記可動部材 4 として非磁性材より成るシャフト 4 0 は、図 1 5 に示されるように前記鉄心 1 の外周部 1 0 を挟持する外周側の支持部材 6 2 の両端との間に介挿された一对のラジアル支持部材 6 5 によって両端が支持され、前記シャフト 4 0 が前記鉄心 1 の中央部に往復動自在に弾性的に配設される。

前記シャフト 4 0 には、図 1 6 に示されるように永久磁石 5 が半径方向外方に 6 0 度間隔毎に突設され、前記鉄心の略 V 字状の中央端部に両側壁が一定微小間隔を介して対向するように構成されている。

前記永久磁石 5 は、図 1 5 および図 1 6 に示されるように前記シャフト 4 0 に一端が固着された前記シャフト 4 0 の軸方向所定距離毎に配設された一对の支持部材 4 0 1 の間に介挿され、前記一对の支持部材 4 0 1 の他端を連結する前記シャフト 4 0 の軸方向に延在するボルトによって締着される連結部材 4 0 2 によって接着材を用いることなく前記シャフト 4 0 に支持される。

すなわち前記永久磁石 5 の外表面に、支持部材 4 0 1 を配設して、前記永久磁石 5 を固定したものであり、前記支持部材 4 0 1 を磁性材によって構成し、前記永久磁石 5 と前記電磁石 3 との間の磁束密度が高くなるように構成されている。

本第 2 実施形態のリニアアクチュエータが、図 1 7 に示されるように介挿配置されているケーシング 7 0 0 の一端にボルトによって連結されたシリンダ 7 0 内を往復動するピストン 7 1 と前記シャフト 4 0 が連結しており、前記コイル 2 に投入される電氣的入力に応じて前記シャフト 4 0 が往復動すると、ピストンがシリンダ内を往復動することにより、圧力波を発生するように構成されている。

上記構成より成る本第 2 実施形態のリニアアクチュエータは、磁性材に鉄心 1 コイル 2 を巻いた電磁石 3 の複数個の磁極を、励磁時の極性が、N, S 交互になる様にならべ、それと対面する位置に、電磁石 3 の磁極の数よりも 1 個分だけ少ない数の永久磁石 5 の磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 を配置し、前記永久磁石 5 と

対面する側の前記電磁石 3 の磁極については、それぞれの磁極間に一定距離の磁気ギャップを設け、前記永久磁石 5 の磁極については、全ストローク時に前記電磁石のそれぞれの磁極間に 1 つの永久磁石 5 2 の磁極が渡る様に配置されているので、前記電磁石 3 の磁極が対向配設されている部位以外の前記磁気ギャップに延在されている前記永久磁石 5 を通過する磁束を形成して、軸推力を発生することにより、安定なストローク方向の吸引力を実現するという効果を奏する。

また本第 2 実施形態のリニアアクチュエータは、前記永久磁石 5 と対面する側の前記電磁石 3 の磁極の列の軸方向の端部磁極と対面する位置の、前記永久磁石 5 と隣合う位置に、隣合う永久磁石と反対の磁極の永久磁石を配置し、全ストローク時に前記電磁石 3 の磁極の列の端部より外側に前記永久磁石 5 の少なくとも 1 部が延在する様に配置してあるので、前記電磁石 3 の磁極の列の端部より外側に延在する前記永久磁石 5 1、5 2、5 3 を通過する磁束を形成して、軸推力を発生することにより、安定なストローク方向の吸引力を実現するという効果を奏する。

さらに本第 2 実施形態のリニアアクチュエータは、前記永久磁石 5 と対面する側の前記電磁石 3 の磁極 3 1、3 2、3 3、3 4 の中央に切欠部 3 5 を設けて磁気ギャップを設けたので、前記電磁石 3 の磁極内の中央に形成された前記切欠部 3 5 を避けた偏った磁束を形成することにより、前記電磁石 3 の磁極と前記永久磁石 5 の磁極とが対向する部分以外の前記永久磁石 5 を通過する磁束の形成を促進するので、軸推力を高めるという効果を奏する。

また本第 2 実施形態のリニアアクチュエータは、隣合う前記永久磁石 5 1、5 2、5 3 の間に、磁気ギャップが設けられているので、前記永久磁石 5 1、5 2、5 3 を通過する磁束の形成を助長するという効果を奏する。

さらに本第 2 実施形態のリニアアクチュエータは、前記永久磁石 5 と対面しない側の電磁石 3 の各磁極間に、前記磁性材 6 1 を配置して、各磁極間を結ぶ磁気

回路を形成したので、前記電磁石 3 の磁極と前記永久磁石 5 の磁極とが対向する部分以外の前記永久磁石 5 を通過する磁束の形成を促進するので、軸推力を高めるという効果を奏する。

また本第 2 実施形態のリニアアクチュエータは、前記永久磁石 5 の外表面に、支持部材 401 およびボルトによって締着される連結部材 402 を配設して、前記永久磁石 5 を固定したので、従来における前記永久磁石 5 の剥がれや割れを防止するという効果を奏する。

さらに本第 2 実施形態のリニアアクチュエータは、前記支持部材 401 を磁性材によって構成し、前記永久磁石 5 と前記電磁石 3 との間の磁束密度が高くなるように構成されているので、発生する軸推力を増加させ、一層安定なストローク方向の吸引力を実現するという効果を奏する。

また本第 2 実施形態のリニアアクチュエータは、前記コイル 2 に投入される電氣的入力に応じて前記シャフト 40 が往復動すると、シリンダ 70 内を往復動するピストン 71 と前記シャフト 40 が連結しているので、前記ピストン 71 が前記シリンダ 70 内を往復動することにより、圧力波を発生する圧力波発生機用のアクチュエータとして適用されているので、安定な圧力波発生を可能にするという効果を奏する。

さらに本第 2 実施形態のリニアアクチュエータは、前記永久磁石 5 の外表面に、前記支持部材 401 を配設して、前記永久磁石 5 を固定したものであり、前記支持部材 401 を磁性材によって構成し、前記永久磁石 5 と前記電磁石 3 との間の磁束密度を高くすることが出来るという効果を奏する。

また本第 2 実施形態のリニアアクチュエータにおいては、ケースであるケーシング 700 に対し鉄心 1 又はおおよび前記鉄心 1 の支持材 62 を熱的に接触させ、たので、放熱を良くすることが出来るという効果を奏するとともに、その他上述

の第1実施形態と同様の作用効果を奏する。

上述の実施形態は、説明のために例示したもので、本発明としてはそれらに限定されるものではなく、特許請求の範囲、発明の詳細な説明および図面の記載から当業者が認識することができる本発明の技術的思想に反しない限り、変更および付加が可能である。

上述の実施形態においては、説明のために一例を説明したが本発明としてはそれらに限定されるものではなく、鉄心に巻くコイルの線材を束にする実施形態や、複数段のコイルを並列にする実施形態や、また上述の実施形態とタイプが異なる極端な変形例としての永久磁石1極あたりのコイルを並列にする実施形態も磁気的には同等と考えることが出来るので採用可能である。

#### 産業上の利用可能性

磁性材の鉄心にコイルが巻装された電磁石の磁極が励磁時の極性が、N，S交互になる様に複数個間隔を隔てて対向配設され、前記複数の磁極に対向する位置に、前記可動部材を構成する複数の列設された永久磁石の磁極が配置されているリニアアクチュエータにおいて、前記電磁石の磁極が対向配設されている部位以外にも延在されている前記永久磁石を通過する磁束を形成して、軸推力を発生することにより、安定なストローク方向の吸引力を実現するものである。

## 請求の範囲

1. 磁性材にコイルが巻装された電磁石の磁極が励磁時の極性が、N, S 交互になる様に複数個間隔を隔てて対向配設され、前記複数の磁極に対向する位置に、可動部材を構成する複数の列設された永久磁石の磁極が配置されているリニアアクチュエータにおいて、

前記永久磁石が、前記電磁石の磁極に対向配設されている部位以外にも延在されている

ことを特徴とするリニアアクチュエータ。

2. 前記電磁石の磁極の前記永久磁石の磁極に対向する部分の軸方向の一部に切欠部が形成され、前記電磁石の磁極と前記永久磁石の磁極とが対向する部分以外の前記永久磁石を通過する磁束を形成するようにした

ことを特徴とする請求項 1 に記載のリニアアクチュエータ。

3. 隣合う前記電磁石の磁極間に 3 個の永久磁石が列設されている

ことを特徴とする請求項 2 に記載のリニアアクチュエータ。

4. 全ストローク時に隣合う前記電磁石の磁極間に跨がるように一つの永久磁石の磁極が配置されている

ことを特徴とする請求項 3 に記載のリニアアクチュエータ。

5. 磁性材にコイルを巻いた電磁石の複数の磁極を、励磁時の極性が、N, S 交互になる様にならべ、それと対面する位置に、電磁石の磁極の数よりも 1 個分だけ少ない数の永久磁石の磁極を配置し、

前記永久磁石と対面する側の前記電磁石の磁極については、それぞれの磁極間に磁気ギャップを設け、

前記永久磁石の磁極については、全ストローク時に前記電磁石のそれぞれの磁極間に 1 つの磁極が渡る様に配置されている

ことを特徴とするリニアアクチュエータ。

6. 前記永久磁石と対面する側の前記電磁石の磁極の列の軸方向の端部磁極と対面する位置の、前記永久磁石と隣合う位置に、隣合う永久磁石と反対の磁極の永久磁石を配置し、全ストローク時に前記電磁石の磁極の列の端部より外側に

前記永久磁石の少なくとも一部が延在する様に配置してあることを特徴とする請求項 5 に記載のリニアアクチュエータ。

7. 前記永久磁石と対面する側の前記電磁石の磁極の中央に切り欠きを設けて磁気ギャップを設けた

ことを特徴とする請求項 6 に記載のリニアアクチュエータ。

8. 隣合う前記永久磁石の間に、磁気ギャップが設けられていることを特徴とする請求項 7 に記載のリニアアクチュエータ。

9. 前記永久磁石と対面しない側の電磁石の各磁極間に、磁性材を配置して、各磁極間を結ぶ磁気回路を設けた

ことを特徴とする請求項 8 に記載のリニアアクチュエータ。

10. 前記永久磁石の外表面に、支持部材を配設して、前記永久磁石を固定した

ことを特徴とする請求項 9 に記載のリニアアクチュエータ。

11. 前記支持部材を磁性材によって構成し、前記永久磁石と前記電磁石との間の磁束密度が高くなるように構成されている

ことを特徴とする請求項 10 に記載のリニアアクチュエータ。

12. 圧力波発生機用のアクチュエータとして適用されていることを特徴とする請求項 5 に記載のリニアアクチュエータ。

図 1

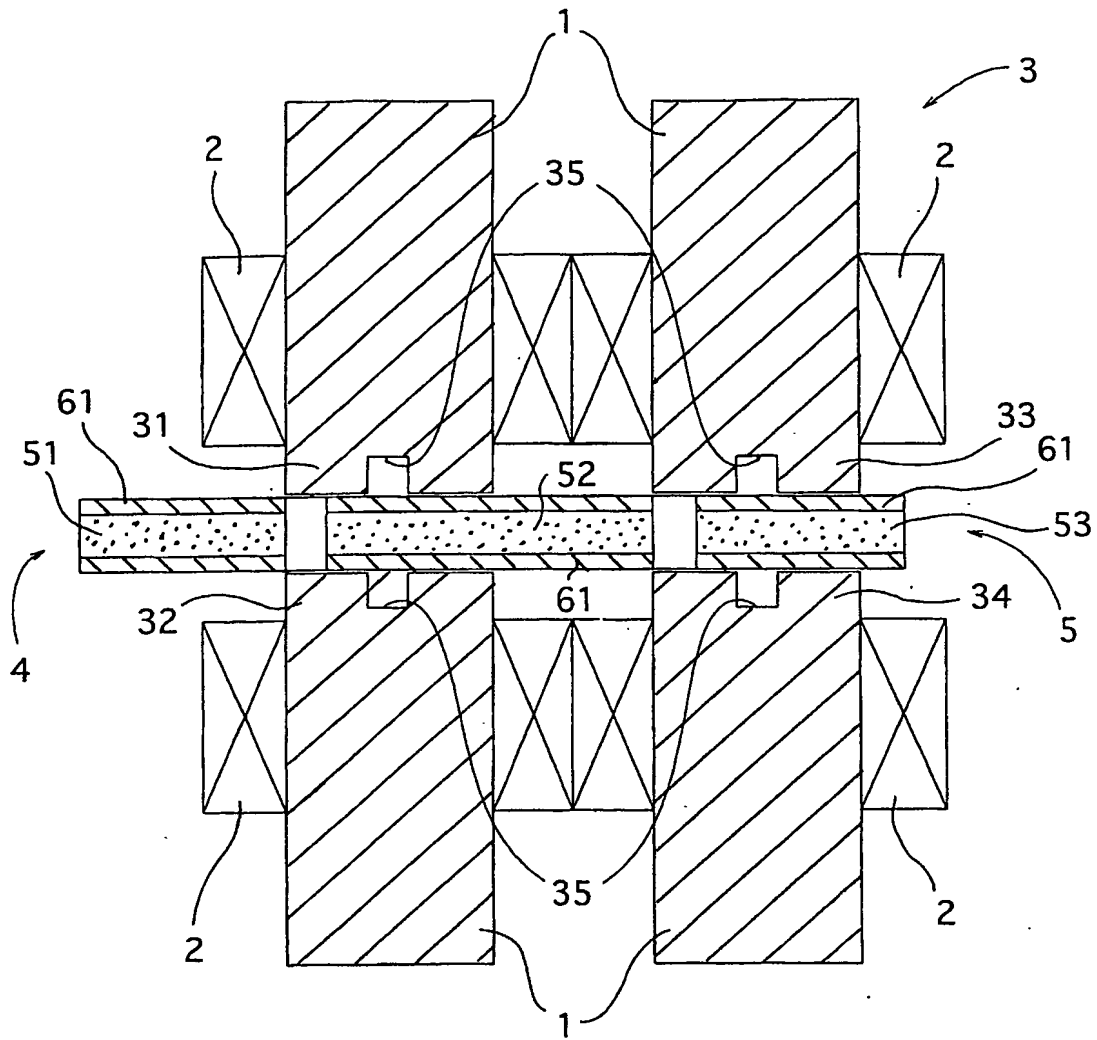


図 2

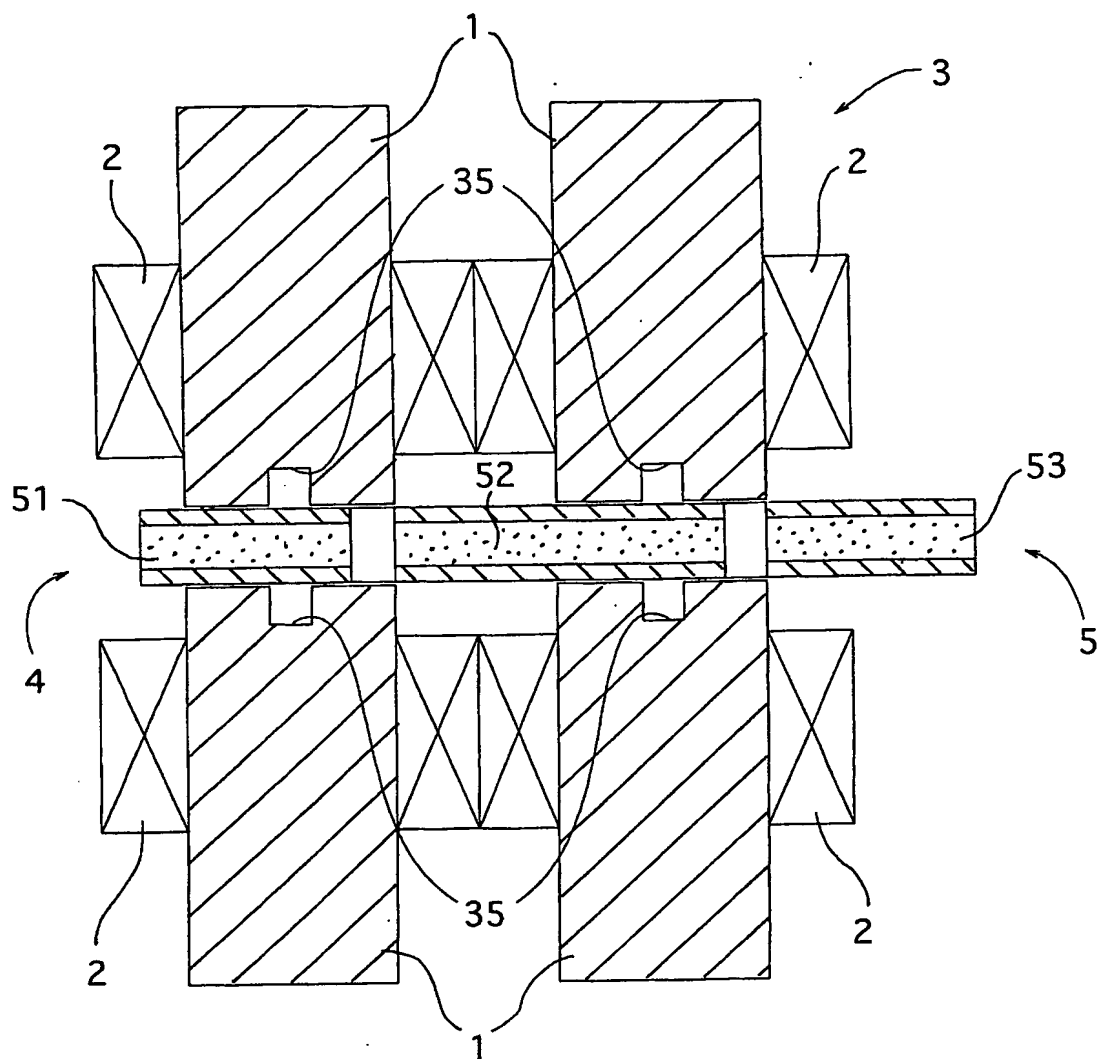




图 3

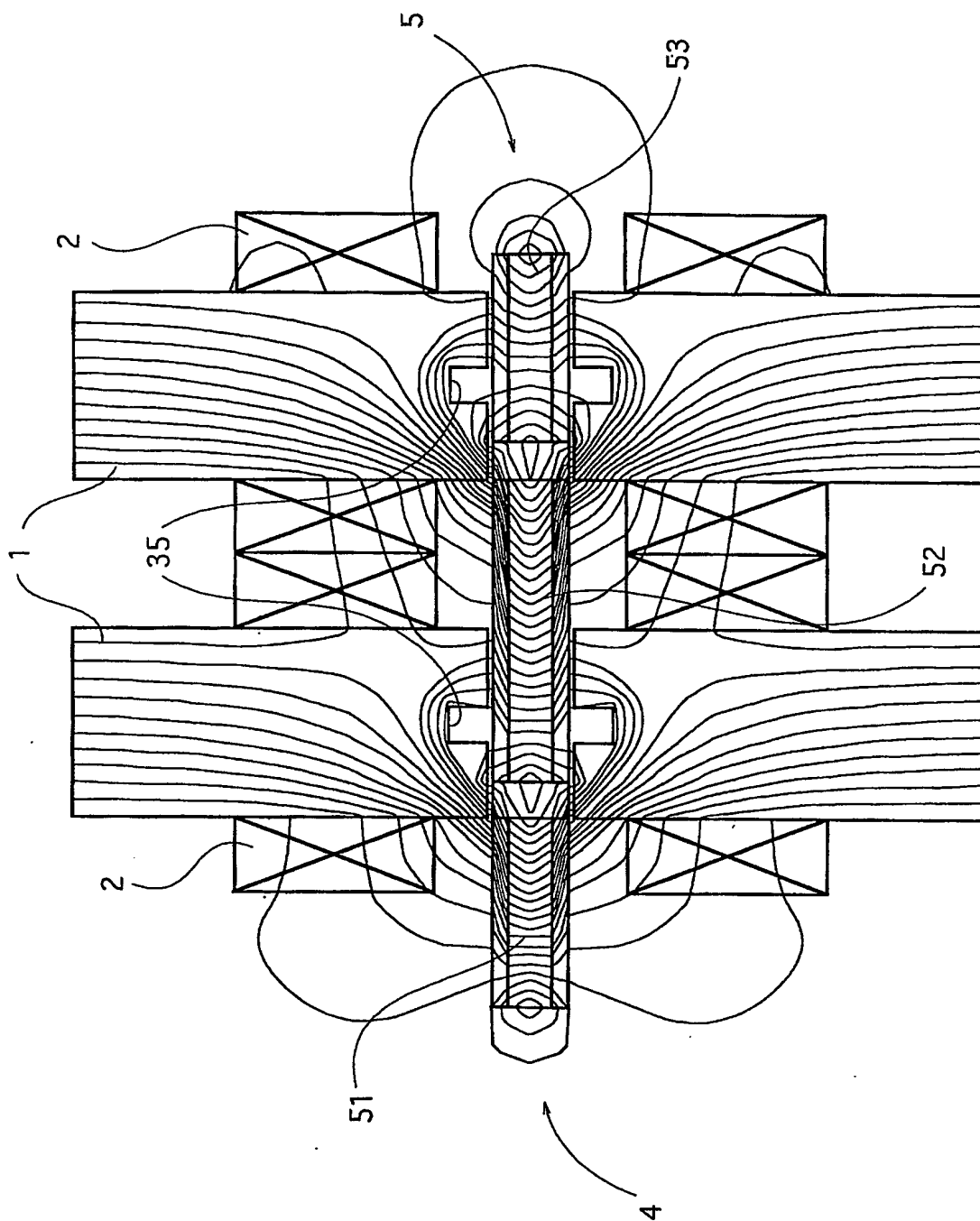


図 4

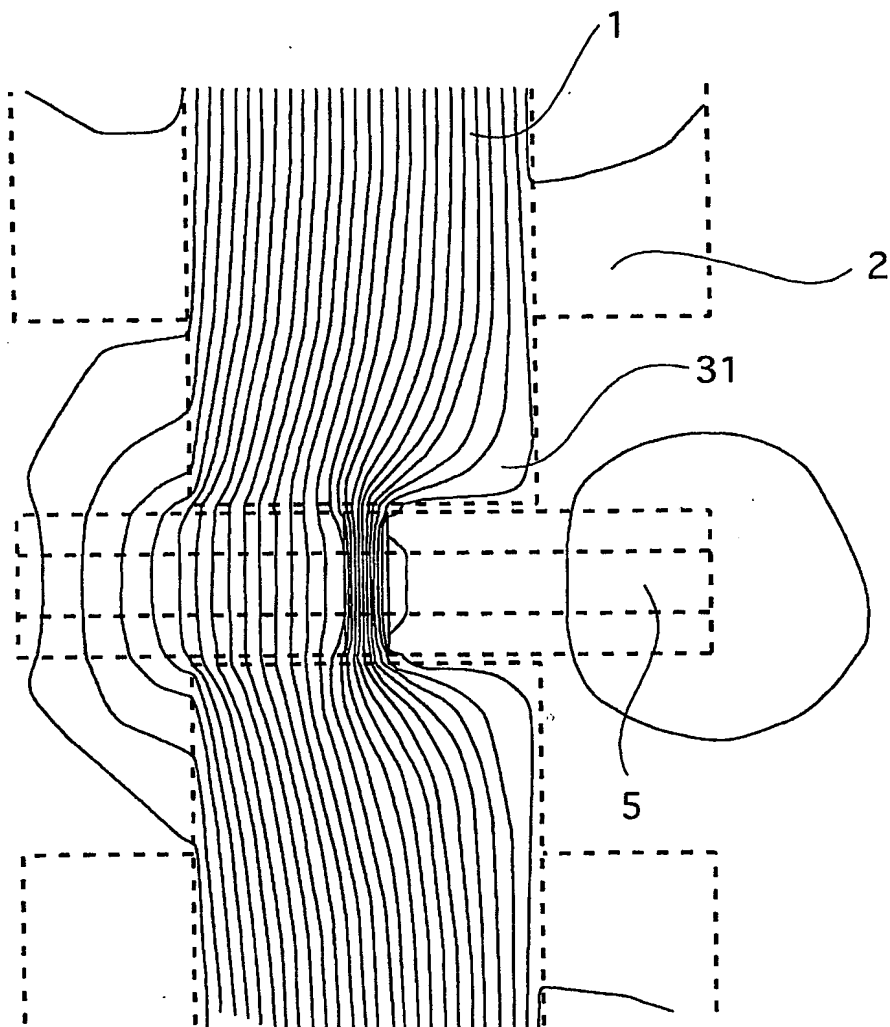


図 5

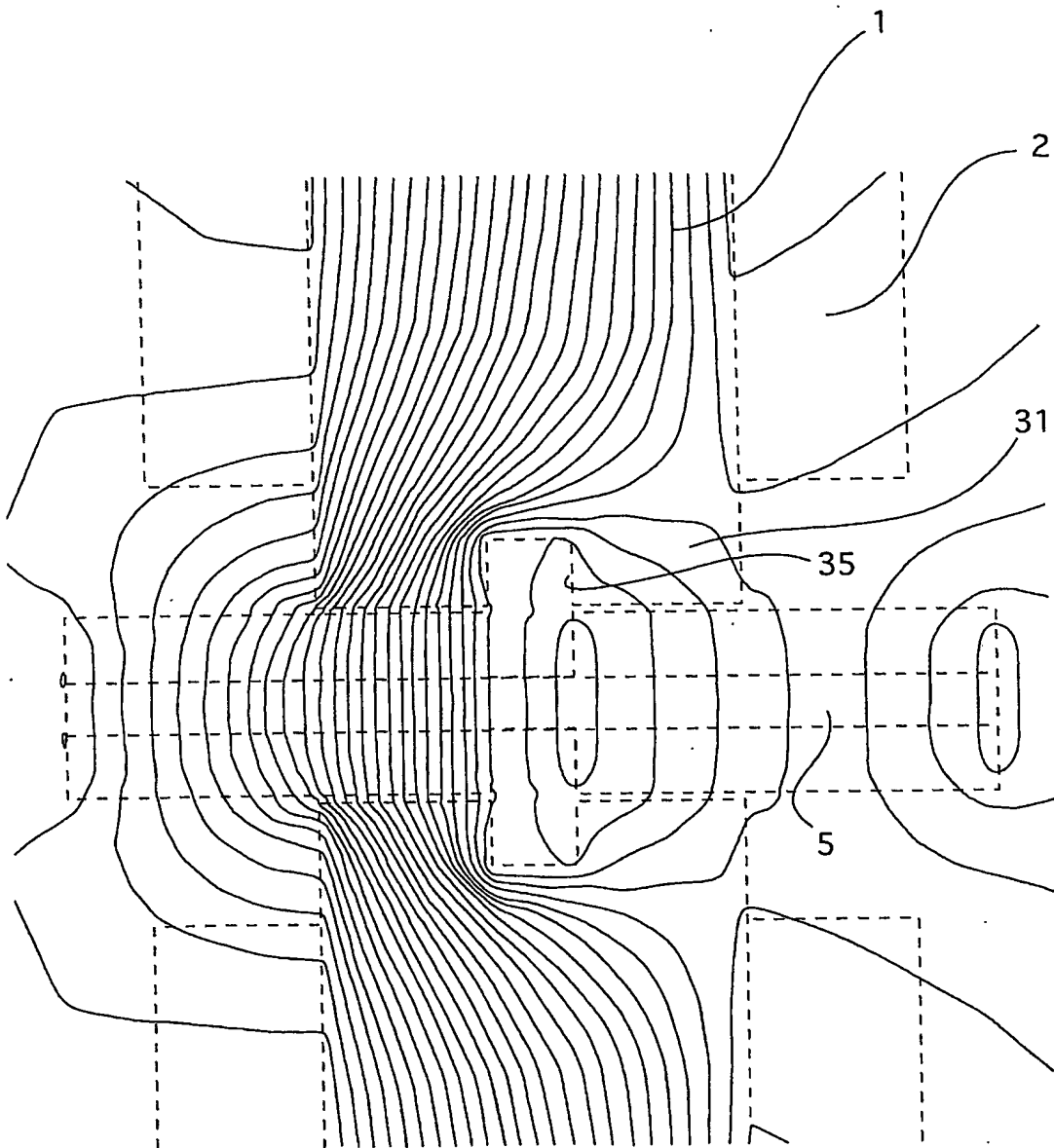


図 6

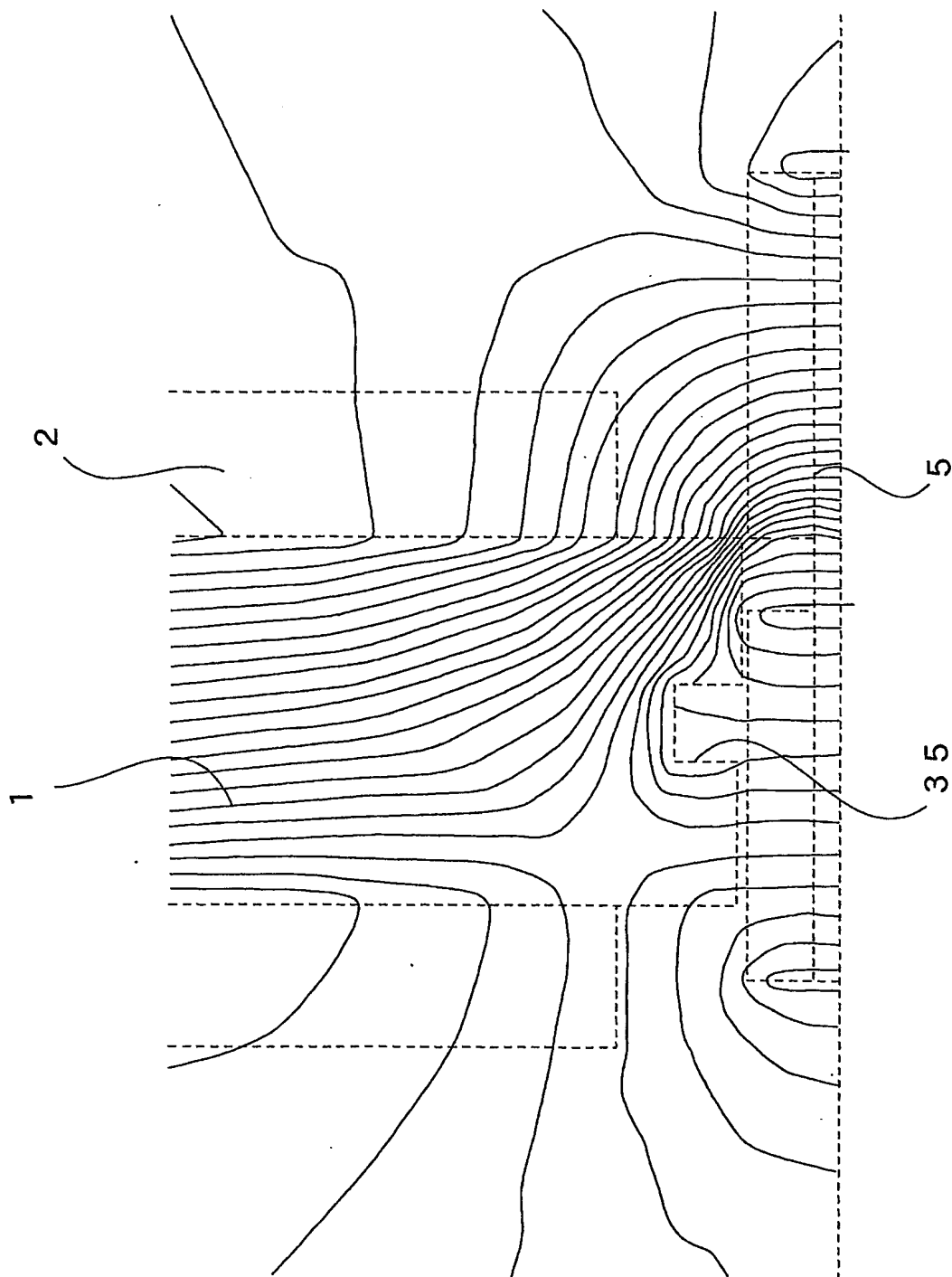


図 7

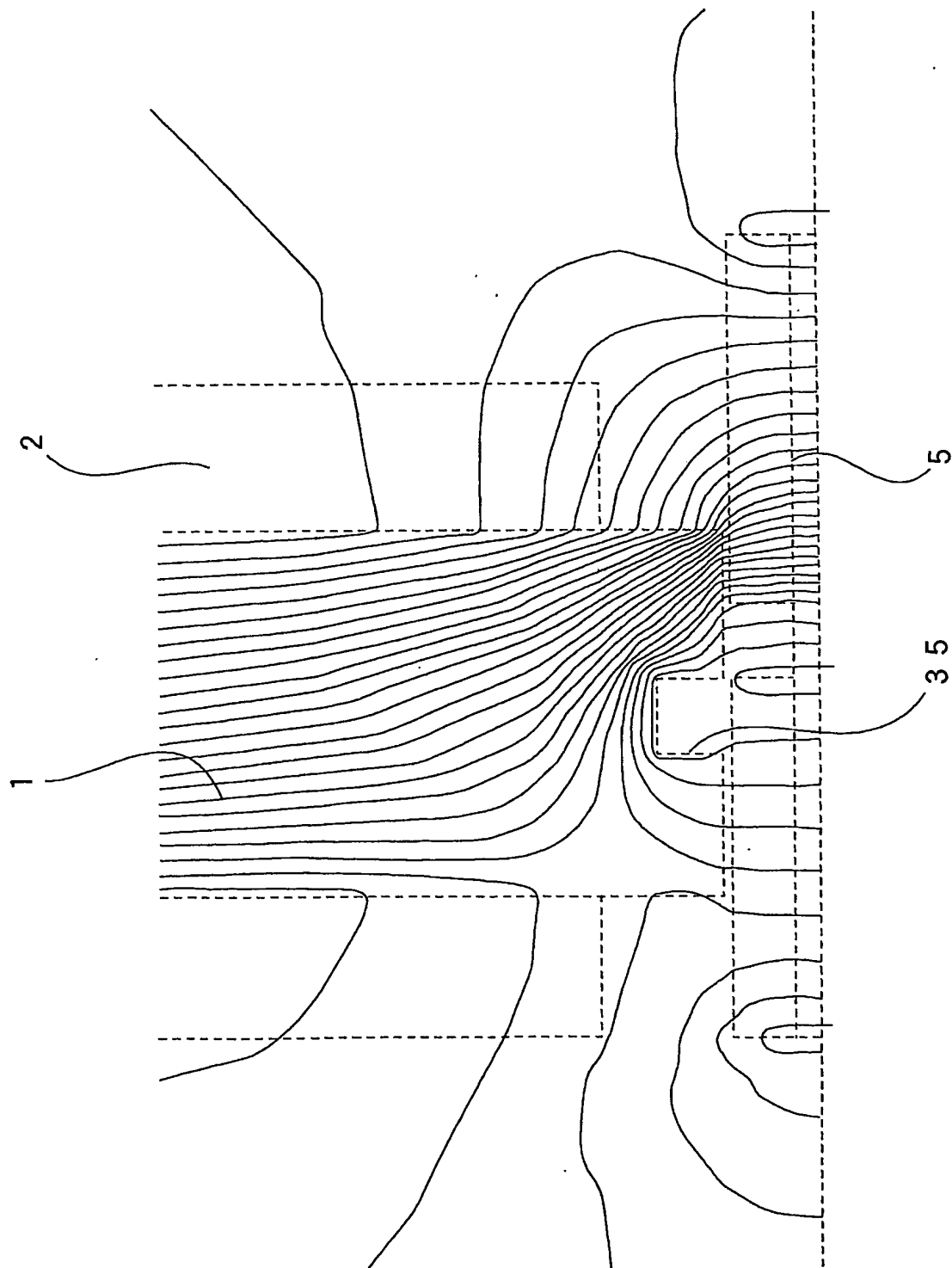


図 8

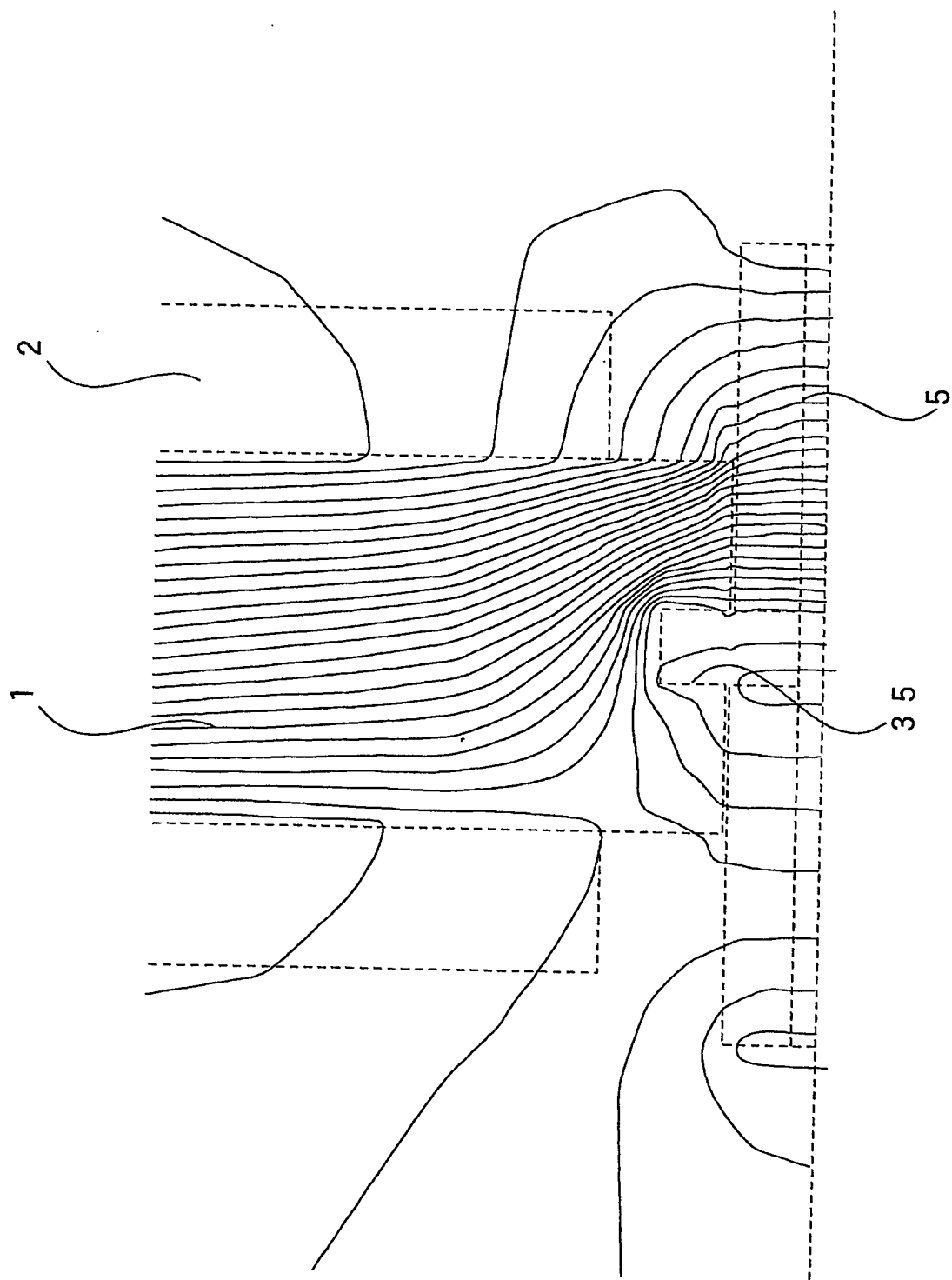


図 9

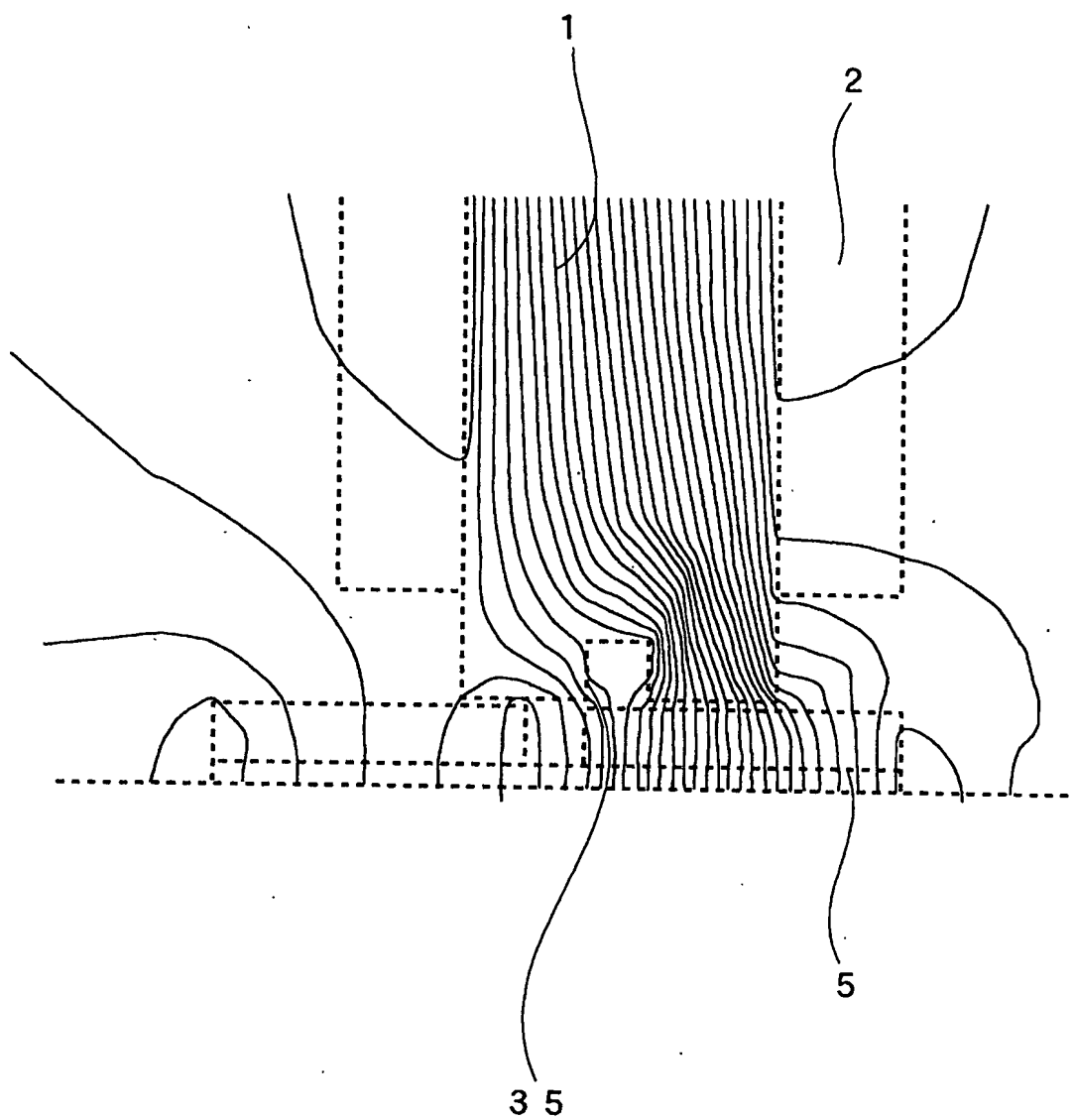


図 10

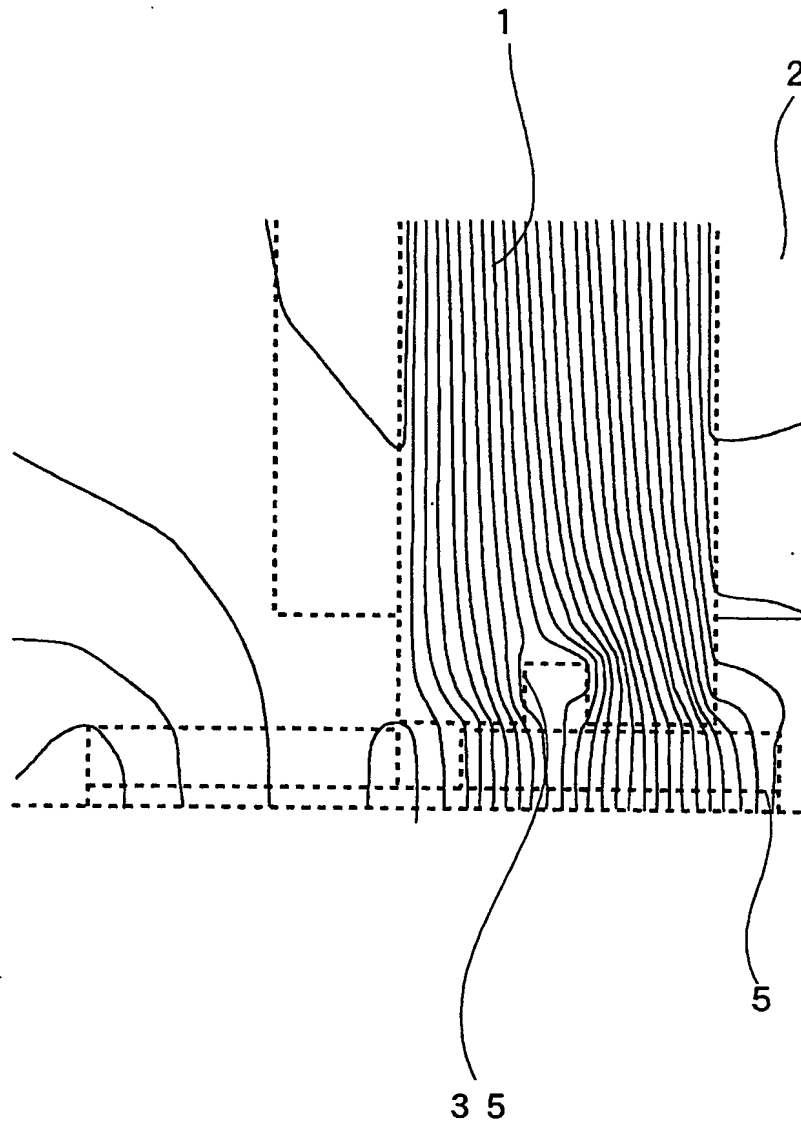




図 1 1

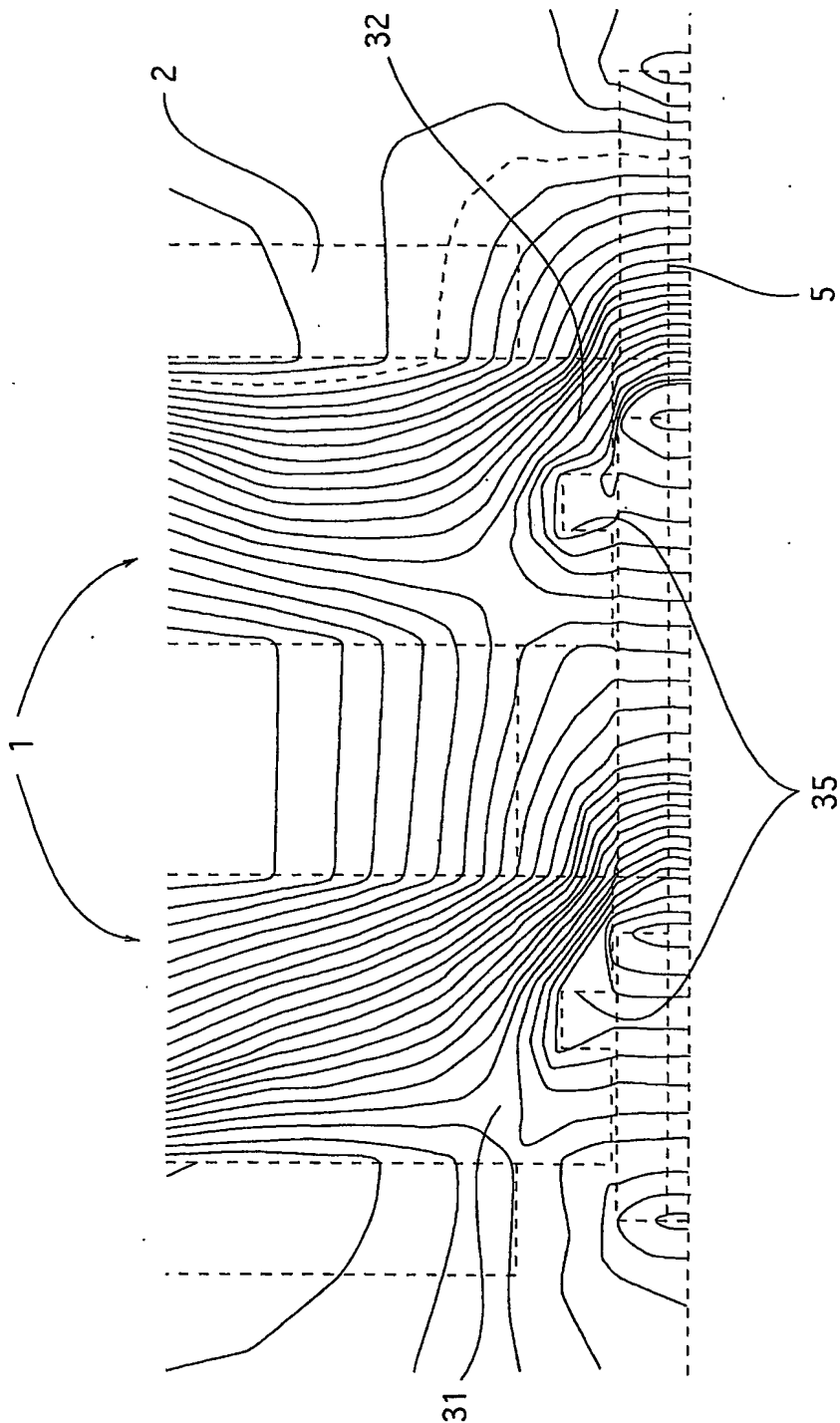


図 1 2

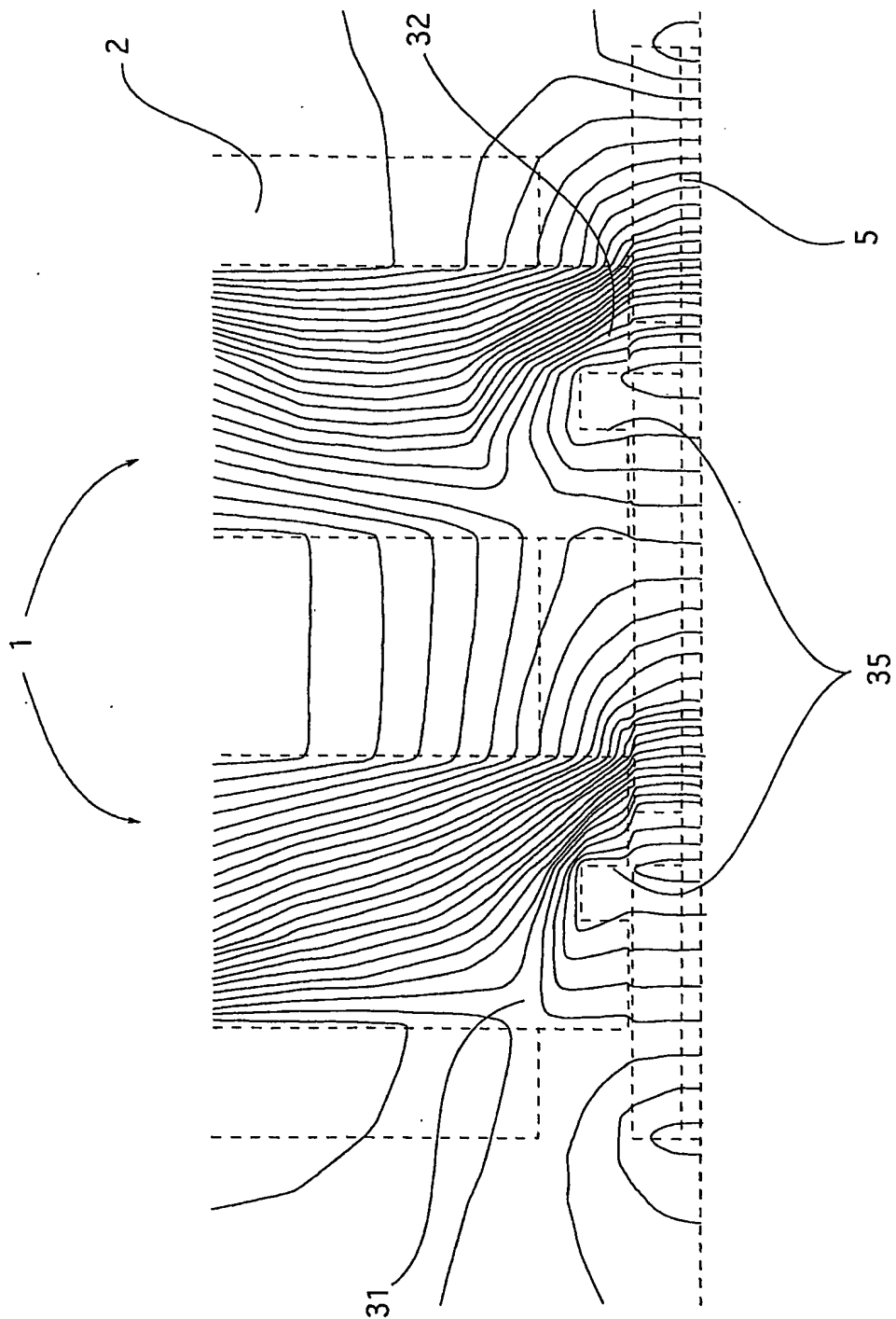


图 1 3

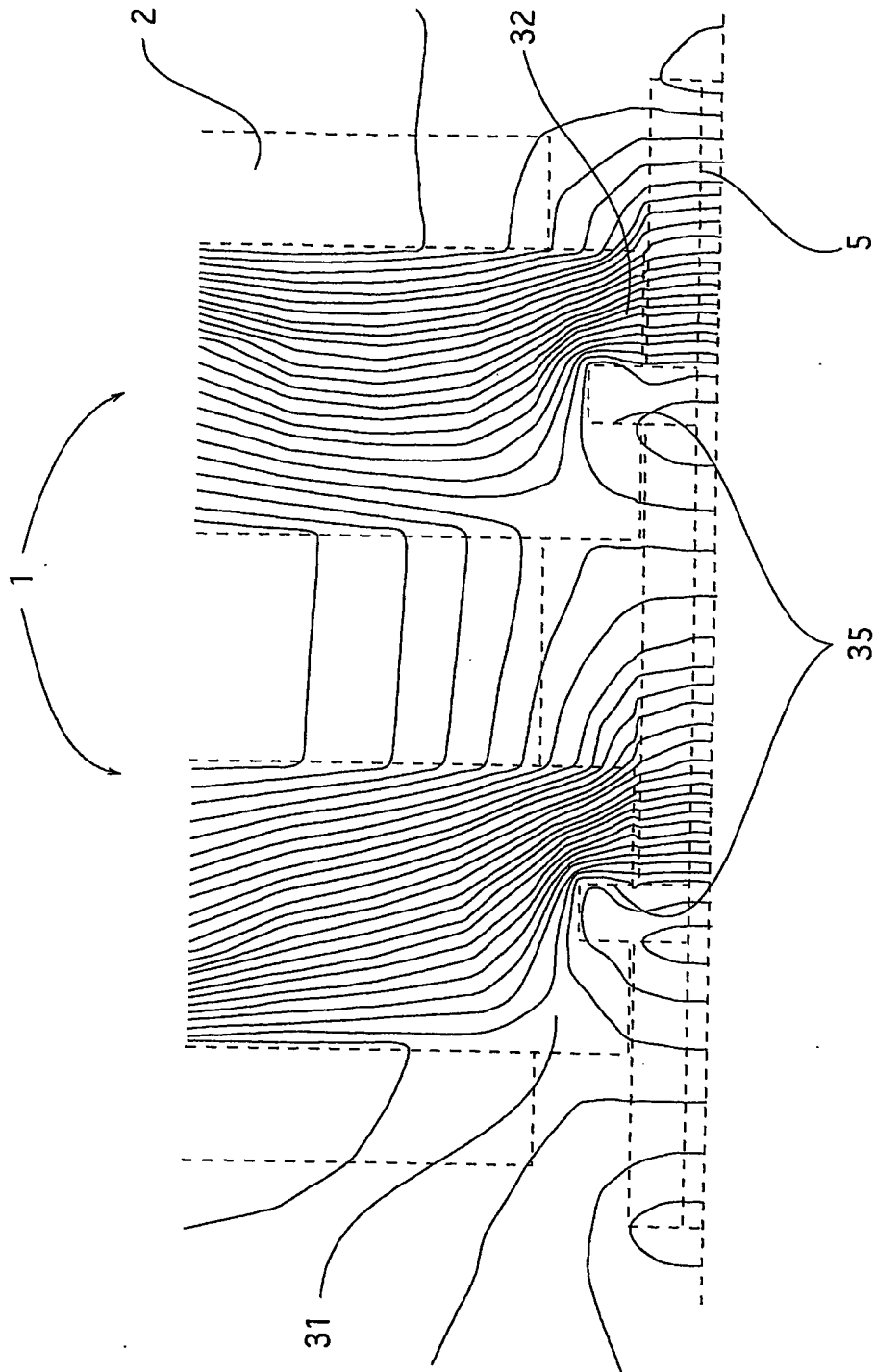


図 1 4

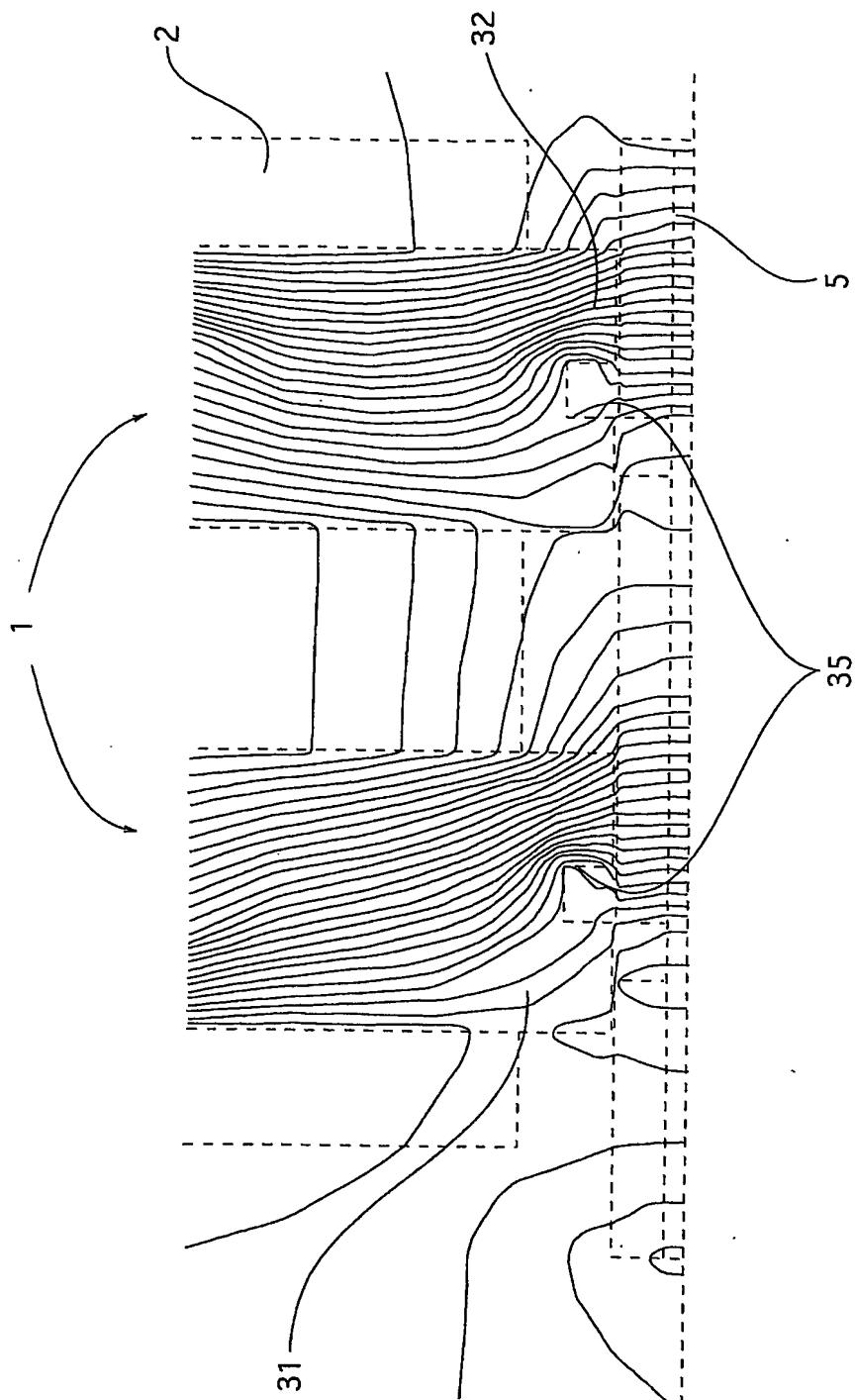


図 15

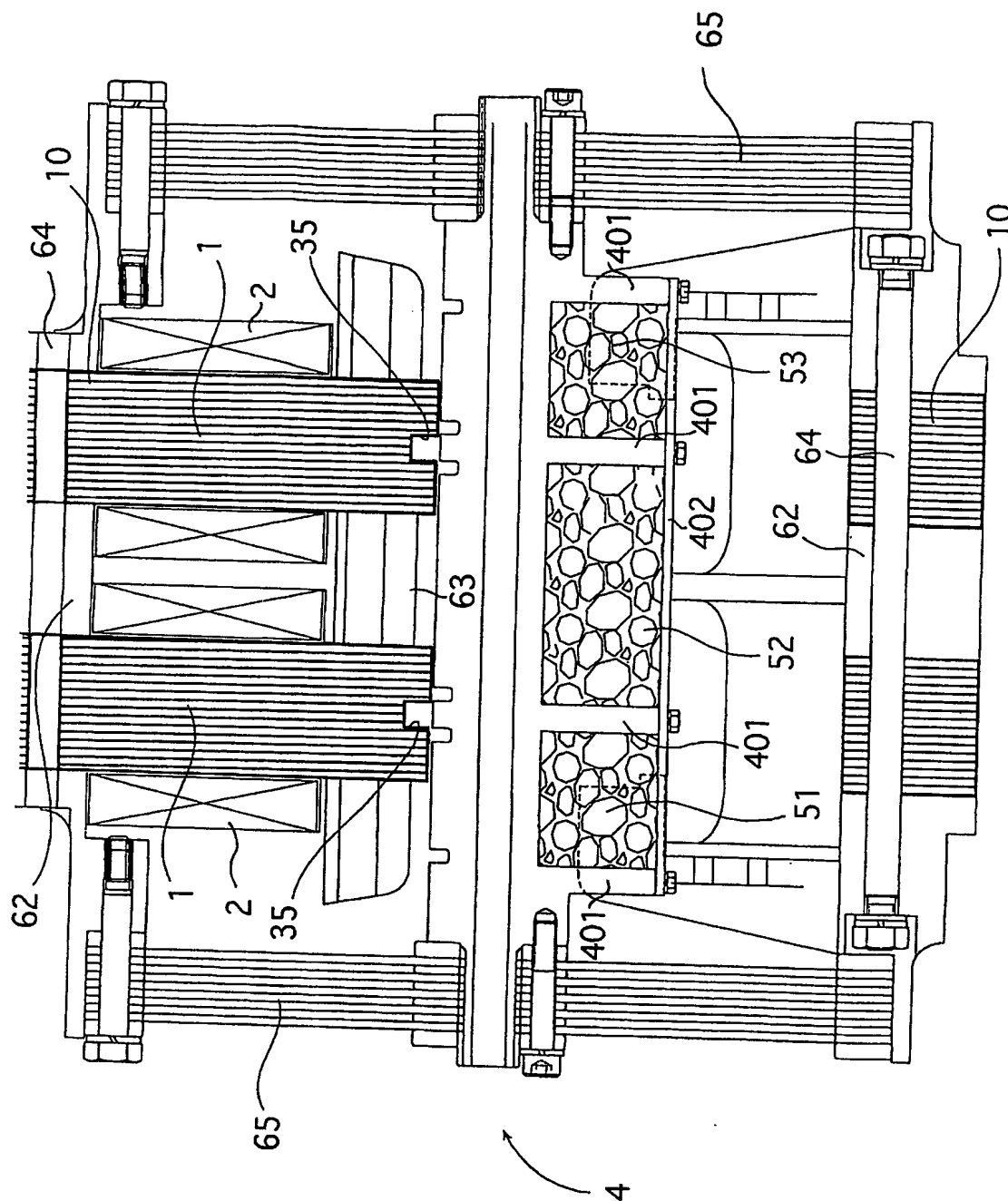


図 16

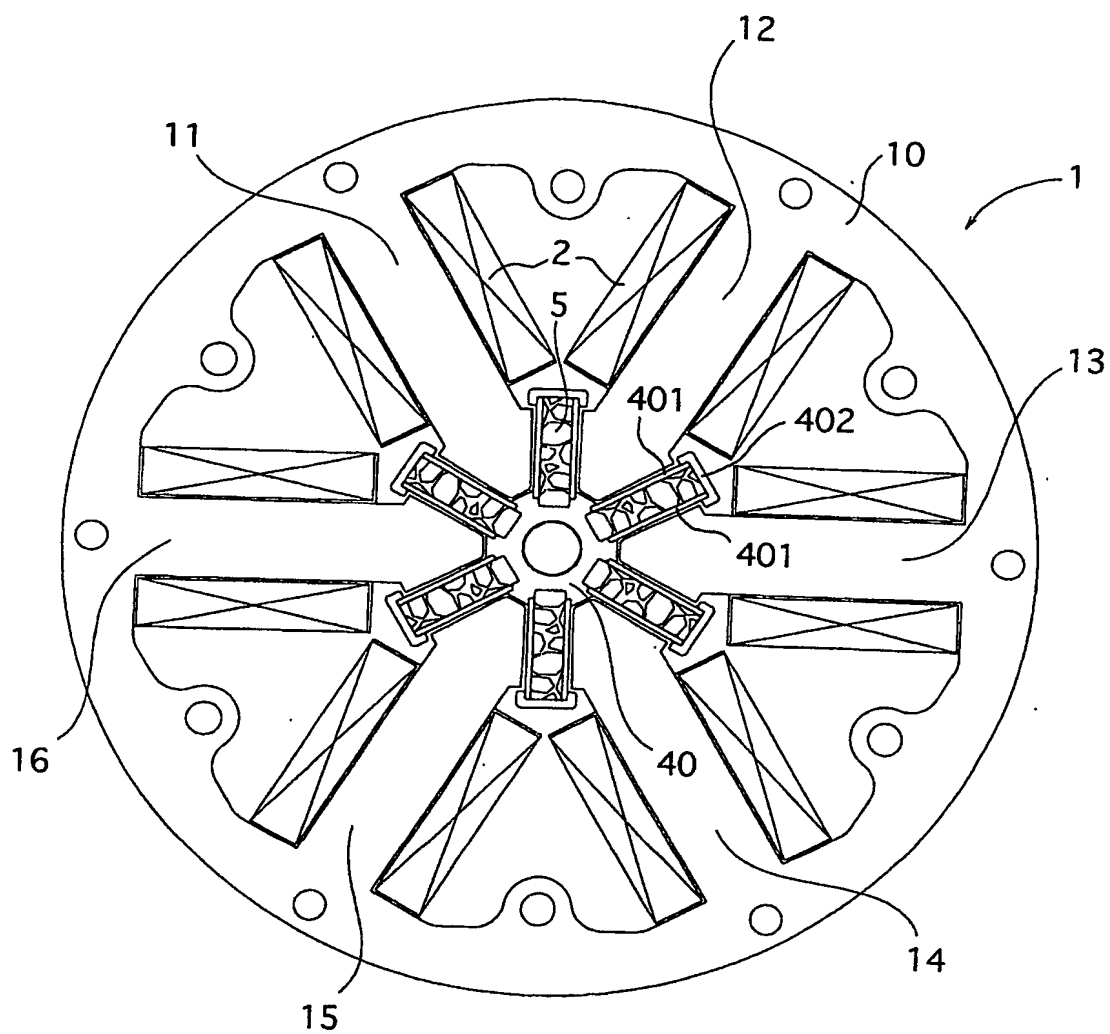




図 18

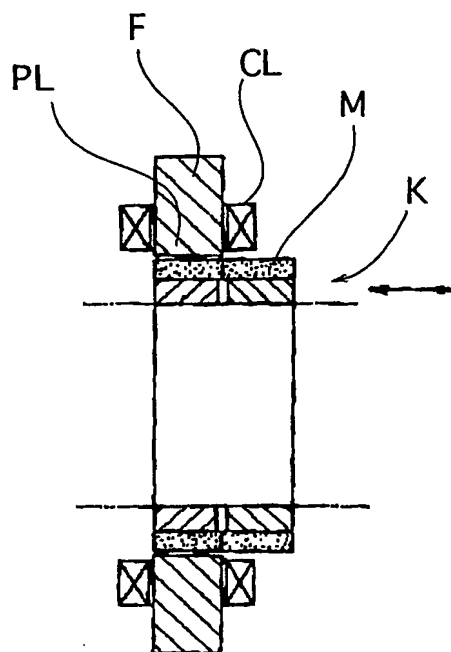




図 19

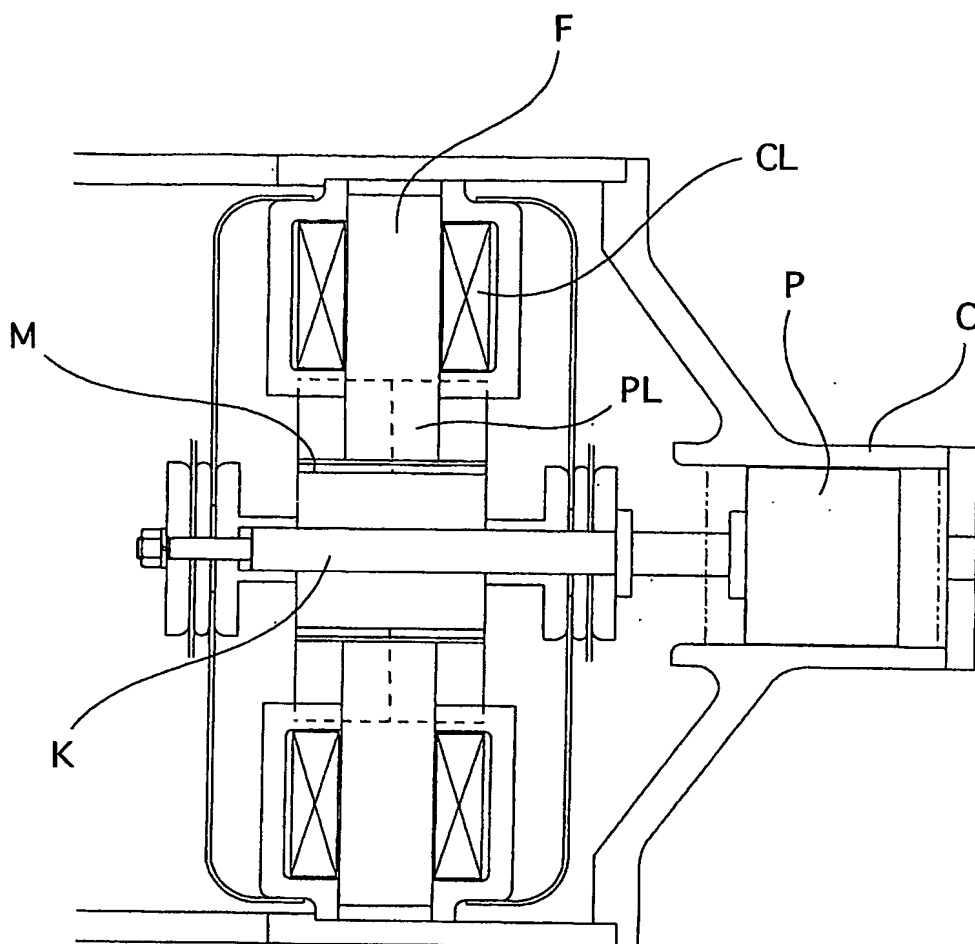
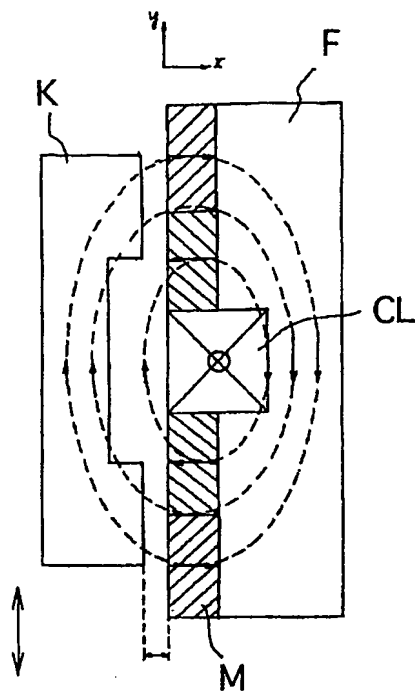


図 20



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

JP03/16683

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H02K33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> H02K33/00-33/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
WPI

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-251835 A (Kabushiki Kaisha Kuraio Device), 14 September, 2001 (14.09.01), (Family: none)	1-12
Y	JP 10-164809 A (Omron Corp.), 19 June, 1998 (19.06.98), (Family: none)	1-12
Y	JP 8-130862 A (Sumitomo Special Metals Co., Ltd.), 21 May, 1996 (21.05.96), (Family: none)	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
15 March, 2004 (15.03.04)

Date of mailing of the international search report  
30 March, 2004 (30.03.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H02K 33/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H02K 33/00 - 33/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2001-251835 A (株式会社クライオデバイス) 14. 09. 2001 (ファミリーなし)	1-12
Y	J P 10-164809 A (オムロン株式会社) 19. 06. 1998 (ファミリーなし)	1-12
Y	J P 8-130862 A (住友特殊金属株式会社) 21. 05. 1996 (ファミリーなし)	1-12

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15. 03. 2004

国際調査報告の発送日

30. 3. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
 川端 修

3V 8718

電話番号 03-3581-1101 内線 3356